

对多环芳烃的更深度认识：发现烟煤烟雾中特别有害的成分

Nate Slettenrich

<https://doi.org/10.1289/EHP6343-zh>

长期以来，中国西南部相邻的宣威县和富源县一直是全球肺癌发病率最高的地区，尤其是在不吸烟的女性人群中。^{1,2} 30多年来，中国和全球各地的研究人员一直在寻找原因。流行病学和迄今为止的实验研究表明，使用当地烟煤烹饪和取暖是该地区癌症风险和死亡率升高的原因。^{3,4} 最近发表在《环境与健康展望》（*Environmental Health Perspectives*）上的一项研究发现，某些煤炭烟雾中的特定成分可能极其有害，其潜在的影响远远超出了中国农村的范围。⁵

世界各地都有烟煤，荷兰乌得勒支大学（Utrecht University）环境流行病学和暴露学教授、第一作者 Roel Vermeulen 说道。那么，为什么这个特定地区的煤炭与癌症风险有如此密切的关联呢？Vermeulen 和他的同事们，包括美国国家癌症研究所的通讯作者 Qing Lan，一起开始寻找答案。

该项研究包括 1015 名从不吸烟的女性和 485 名对照者。作者通过一个综合暴露评估模型进行预测，分析了肺癌发病率与煤炭相关污染物暴露的关系。当他们检测暴露簇时，发现与一组 25 种多环芳烃（polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs）关联最强，其中包括几个甲基化亚种。在 PAH 簇中，一类名为 5-甲基䓛（5-methylchrysene）的亚种评估的关联性最强。

尽管甲基化 PAHs 是已知的具有诱变性和致癌性的物质，^{6,7} 但作者指出，这些化学物质“从未在任何癌症的流行病学研究中被直接评估过。”⁵ 相反，美国环境保护署 (EPA) 规定的 16 种“重点”PAHs 通常被用作总体风险的指标。^{8,9} 这些重点 PAHs 是在 1976 年根据当时的知识和分析能力选定的。⁹



当谈及煤炭使用时，Vermeulen 将中国的研究地点描述为“一场地质上的完美风暴”。这是世界上唯一一个已知的人们在二叠纪-三叠纪边界线使用煤炭的地区，他解释说。因为当地煤炭的二氧化硅含量很高，其碳和挥发物含量相对较低，所以人们必须燃烧更多的煤炭才能产生足够的热量。¹⁴

Image: © Jules Bucher/Science Source.

“我们的发现真正有趣的地方在于[识别]了这些由大量PAHs组成的簇，其中很多通常不纳入测量，但很可能存在于其他燃煤和其他固体燃料燃烧环境中，”乌得勒支风险评估科学研究所研究员、合著者George Dowd说道。“这一研究真正的收获是，可能已超出了EPA规定的16种PAH的视角，许多暴露评估已经开始更多地关注其他物种和其他因素。”

本研究的多污染物暴露评估是由Downward之前的多篇论文产生的。^{10,11,12}它借鉴了2008年和2009年30个村庄163名女性及其家庭的个人和室内空气质量测量记录、自我报告的炉灶和燃料使用历史，以及对当地煤矿类型和位置的分析。从2006年到2013年，追踪调查了研究参与者的肺癌诊断情况。

中国上海大学教授Senlin Lu曾在该地区工作过，他称这项新研究具有“创新性”并且“非常有吸引力”。该研究的结果可以通过5-甲基䓛和簇类中的其他甲基化PAHs的氧化电位（一种吸入毒性的测量方法）的体外(*in vitro*)研究来进一步测试，Lu说道（他没有参与这项研究）。初步估计还需要在其他人群中得到证实。

“流行病学数据与实验室数据相结合，将为宣威县地区的高肺癌发病率提供有力的解释，”Lu说道。“考虑到中国以及全球煤炭巨大的消费量，对煤炭燃烧造成的健康风险进行科学评估是必要和紧迫的。”

明斯特大学(University of Münster)教授、PAHs专家Christine Achten(也没有参与这项研究)赞同现在是时候重新审视EPA广泛采用的监测和管理这些化学物质的方法了。¹³“我认为，人们开始关注研究16种PAH以外的物质是非常重要的。”她说道。“[Vermeulen和他的同事的工作]在研究其他化合物，而获得更多此类信息非常重要。”

Nate Seltenrich，居住在旧金山湾区，他的文章涵盖能源、生态和环境健康，并发表在地区、国家以及国际刊物上。

References

- Chapman RS, Mumford JL, Harris DB, He ZZ, Jiang WZ, Yang RD. 2010. The epidemiology of lung cancer in Xuan Wei, China: current progress, issues, and research strategies. *Arch Environ Health* 43(2):180–185, PMID: 3377554, <https://doi.org/10.1080/00039896.1988.9935850>.
- Mumford JL, He XZ, Chapman RS, Cao SR, Harris DB, Li XM, et al. 1987. Lung cancer and indoor air pollution in Xuan Wei, China. *Science* 235(4785):217–220, PMID: 3798109, <https://doi.org/10.1126/science.3798109>.
- Barone-Adesi F, Chapman RS, Silverman DT, He X, Hu W, Vermeulen R, et al. 2012. Risk of lung cancer associated with domestic use of coal in Xuanwei, China: retrospective cohort study. *BMJ* 345:e5414, PMID: 22936785, <https://doi.org/10.1136/bmj.e5414>.
- Tian L, Lucas D, Fischer SL, Lee SC, Hammond SK, Koshland CP, et al. 2008. Particle and gas emissions from a simulated coal-burning household fire pit. *Environ Sci Technol* 42(7):2503–2508, PMID: 18504988, <https://doi.org/10.1021/es0716610>.
- Vermeulen R, Downward GS, Zhang J, Hu W, Portengen L, Bassig BA, et al. 2019. Constituents of household air pollution and risk of lung cancer among never-smoking women in Xuanwei and Fuyuan, China. *Environ Health Perspect* 127(9):097001, PMID: 31487206, <https://doi.org/10.1289/EHP4913>.
- Braga RS, Barone PMVB, Galvão DS. 1999. Identifying carcinogenic activity of methylated polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). *Theochem* 464(1–3):257–266, [https://doi.org/10.1016/S0166-1280\(98\)00557-0](https://doi.org/10.1016/S0166-1280(98)00557-0).
- MAK-Collection for Occupational Health and Safety. 2012. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH). In: MAK Value Documentations. Vol. 27, <https://doi.org/10.1002/3527600418.mb0223org0027a>.
- U.S. Environmental Protection Agency. 2020. Substance Details—Polycyclic organic matter—16-PAH. https://iaspub.epa.gov/sor_internet/registry/substreg/substance/details.do?displayPopup=&id=6012 [accessed 6 April 2020].
- Keith LH. 2015. The source of U.S. EPA's sixteen PAH priority pollutants. *Polycycl Aromat Compd* 35(2–4):147–160, <https://doi.org/10.1080/10406638.2014.892886>.
- Downward GS, Hu W, Rothman N, Reiss B, Wu G, Wei F, et al. 2014. Polycyclic aromatic hydrocarbon exposure in household air pollution from solid fuel combustion among the female population of Xuanwei and Fuyuan counties, China. *Environ Sci Technol* 48(24):14632–14641, PMID: 25393345, <https://doi.org/10.1021/es504102z>.
- Downward GS, Hu W, Rothman N, Reiss B, Wu G, Wei F, et al. 2016. Outdoor, indoor, and personal black carbon exposure from cookstoves burning solid fuels. *Indoor Air* 26(5):784–795, PMID: 26452237, <https://doi.org/10.1111/ina.12255>.
- Downward GS, Hu W, Rothman N, Reiss B, Tromp P, Wu G, et al. 2017. Quartz in ash, and air in a high lung cancer incidence area in China. *Environ Pollut* 221:318–325, PMID: 27939206, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.11.081>.
- Andersson JT, Achten C. 2015. Time to say goodbye to the 16 EPA PAHs? Toward an up-to-date use of PACs for environmental purposes. *Polycycl Aromat Compd* 35(2–4):330–354, PMID: 26823645, <https://doi.org/10.1080/10406638.2014.991042>.
- Downward GS, Hu W, Large D, Veld H, Xu J, Reiss B, et al. 2014. Heterogeneity in coal composition and implications for lung cancer risk in Xuanwei and Fuyuan counties, China. *Environ Int* 68:94–104, PMID: 24721117, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.03.019>.